

ПИТАК И.В., к.т.н. НТУ “ХПИ”, Харьков
МОИСЕЕВ В.Ф., к.т.н. НТУ “ХПИ”, Харьков

ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАБОТЫ РОТОРНОГО ВИХРЕВОГО АППАРАТА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Охорона навколишнього середовища стала одним з пріоритетних напрямів розвитку та забезпечення екологічної безпеки України. Захист повітряного басейну від промислових викидів є складним процесом, який пов'язаний з постійною зміною технологій різних галузей промисловості, а також і вдосконалення технічних засобів очищення шкідливих викидів від промислових підприємств.

The protection of a surrounding medium became one of priority directions of a development and maintenance of ecological safety of Ukraine. The guard of air basin from industrial ejections is composite process, bound with stationary values by change of technologies of different industries, together with perfecting of means of clearing of harmful ejections from the industrial enterprises.

В атмосферу Земли каждый год поступают десятки миллионов тонн вредных веществ [1]. Подсчитано, что в атмосфере постоянно находится 250 млн. тонн взвешенных частиц (аэрозолей), которые попадают туда, как от естественных, так и из антропогенных источников. Особенно много пылевых частиц образуется в ходе производственной деятельности человечества. Так, например, в 1990 году выброс в атмосферу твердых частиц в мире составил 57 млн. тонн. Техногенная пыль вызывает ряд негативных явлений в атмосфере: уменьшение прозрачности и интенсивности солнечной радиации, отрицательное воздействие на процессы фотосинтеза, оказывает негативное воздействие на здоровье человека.

На территории Украины общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников загрязнения в 2001 году составил 4,05 млн. тонн, 2003 году - 4,06 млн. тонн, в 2004 году – 4,10 млн. тонн. Такой рост выбросов в атмосферу загрязняющих веществ обусловлен тем, что в последние годы происходит постепенное увеличение объемов производства в топливно-энергетическом комплексе и промышленности, которые являются основными источниками загрязнения атмосферного воздуха. Следует также отметить, что в настоящее время отстают темпы роста увеличения эффективности работы очистного оборудования. В Украине очищается только 80 % вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, а очистка от газообразных компонентов составляет всего лишь 20 %.

Охрана окружающей среды стала одним из приоритетных направлений развития и обеспечения экологической безопасности Украины. Защита воздушного бассейна от промышленных выбросов является сложным процессом, связанным с постоянным изменением технологий различных отраслей промышленности, а также и совершенствованием технических средств очистки вредных выбросов от промышленных предприятий.

Разработка и внедрение пылеулавливающего оборудования, современных технических решений для повышения эффективности очистки воздуха от газообразных и дисперсных примесей имеет важное значение.

В последние годы вследствие увеличения мощностей агрегатов наблюдается неуклонный рост капитальных затрат в стоимости технологического оборудования и, в частности, тепло- и массообменной аппаратуры. В этих условиях определяющее значение приобретает повышение интенсивности массообменных процессов и - создание

аппаратов большой единичной мощности, входящих в состав компактных малогабаритных установок и технологических линий. Разработка таких установок делает возможным значительное снижение как основных производственных затрат, так и затрат на монтаж. Кроме того, положительный экономический эффект может быть достигнут за счет уменьшения заводских площадей, а также снижение затрат на транспортировку оборудования.

В процессах разделения бинарных (квазибинарных) смесей увеличение эффективности действия аппаратов может быть получено в результате создания активных гидродинамических режимов и обеспечения высоких скоростей относительного движения. Это обычно достигается за счет увеличения подвода энергии, необходимой для проведения той или иной операции. Во многих технологических узлах подвод энергии осуществляется с помощью насосов и газодувок, хотя в последнее время наблюдается тенденция к разработке механизмов, в которых для организации течения фаз применяются движущиеся детали в самом оборудовании [2].

Для интенсификации процессов тепломассопередачи перспективным представляются центробежные аппараты, в которых взаимодействие между фазами осуществляется в условиях повышенной турбулентности потоков благодаря воздействию вращающегося ротора. Кроме того, существует реальная возможность создания очень высокой площади поверхности межфазного контакта в единице объема за счет создания тонких пленок и мелких капель жидкости и пузырьков газа (пара), а также большой скорости обновления межфазной поверхности. Все это, в конечном счете ведет к значительному уменьшению габаритов оборудования.

Таким образом, создание надежных при промышленной эксплуатации высокоэффективных центробежных аппаратов и методик их расчета является актуальной проблемой.

При этом возникает необходимость углубленного изучения движения газожидкостных потоков в поле центробежных сил, а также конструкций вращающихся контактных элементов, на которых происходит взаимодействие фаз. Это необходимо для выбора рациональной конструкции при различных гидродинамических условиях протекания процессов.

Мокрый способ пылеулавливания, а также абсорбционные процессы осуществляются с помощью скрубберов, циклонов с водяной пленкой, пенных, насадочных и других аппаратов. Однако эти аппараты не всегда надежны в эксплуатации либо не обеспечивают необходимую эффективность очистки, либо имеют высокое гидравлическое сопротивление, что обусловлено их конструктивными особенностями [3].

Для выяснения возможности снижения энергетических затрат на очистку газа, повышение эффективности очистки газов, увеличение надежности работы газоочистного оборудования был проведен анализ способов, методов очистки газа, конструктивных особенностей и принципов работы газоочистного оборудования. При этом установлено, что в рабочих камерах существующих аппаратов мокрый способ очистки реализуется гравитационным, инерционным, центробежным методами, а также методом абсорбции.

Создание новых высокоэффективных и малогабаритных аппаратов можно осуществить только при повышении эффективности происходящих в них процессов путем использования новых достижений науки. В значительной мере это может быть решено за счет использования в процессе газовой очистки от вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу роторного массообменного аппарата.

Принцип вихревого взаимодействия фаз широко практикуется и для создания новых модификаций аппаратов очистки и абсорберов. Интенсивное использование закрученных потоков в технике в первую очередь обусловлено возможностью создания во вращающихся потоках поля центробежных сил, существенно превосходящих гравитационные силы, и увеличением за счет вращения потока длины траектории движущихся в нем частиц и капель (времени контакта) по сравнению со случаем поступательного движения. В этом случае удастся получить высокую степень очистки, недостижимую обычными методами.

Выбор конструкции аппарата, а также расходы очищаемого газа и орошаемой жидкости влияют на создание режима течения газожидкостного потока. Развитие межфазной турбулентности зависит от физических свойств движущегося газожидкостного потока [4] и во многом определяются суммарной твердой поверхностью торможения жидкой фазы (стенками каналов, лопатками). Развитие поверхности контакта фаз, ее структура и режим течения зависят от разности скоростей и плотности фаз и кинетической энергии потоков.

Существенное повышение производительности пыле-газоочистных аппаратов и интенсификация в них массопередачи достигаются при использовании прямоточного взаимодействия фаз в зоне контакта при сохранении противоточного движения фаз по аппарату в целом.

Анализ вихревых аппаратов с использованием двухфазных (трехфазных) течений показывает, что процессы в них подчиняются всем основным законам гидромеханики. Однако уравнения взаимодействия потоков в таких аппаратах более сложны и форма аналитического представления этих уравнений более многочисленна, чем в случае однофазных течений, а их интегральный или дифференциальный анализы требуют для решения целого ряда ограничений.

Более простым способом получения математической модели работы вихревого аппарата явилось определение коэффициентов корреляции полученных на основании экспериментальных данных в виде функции выбранных переменных в данной работе.

Преимущество корреляционных формул заключается в простоте их использования, при применении их для условий, аналогичных тем, в которых были получены исходные данные. Вывод таких формул основывается на экспериментальных данных. Формулы, полученные таким способом, широко используются в инженерных расчетах, в том числе и расчетах пыле-газоочистного оборудования.

На основании экспериментальных, аналитических исследований, опыта разработки и внедрения аппаратов очистки газов на промышленных предприятиях была разработана конструкция роторного массообменного аппарата, имеющая сравнительно малые габаритные размеры, низкое гидравлическое сопротивление и обеспечивающая высокую эффективность очистки газов.

За счет развитой поверхности контакта в роторном массообменном аппарате наблюдалась абсорбция газообразных, средне- и хорошо растворимых в воде компонентов.

Достоинством роторного массообменного аппарата являются создание высоких напоров, простая конструкция рабочего колеса и корпуса, возможность работы при меньших числах оборотов. В данном аппарате возникают оптимальные условия для осуществления процесса очистки пыле-газовоздушной смеси: интенсификация меридиональных течений, подача воды. Представляется удобным использование аппарата в технологическом плане; он содержит в себе: насос, вентилятор, пылеочистительный узел. Аппарат является широкого спектра действия, универсален.

После него не нужно устанавливать каплеуловитель, т.е. он не создает брызг в форме тумана. В аппарате следует усовершенствовать конфигурацию проточной части.

В качестве отрасли для проведения исследований по определению эффективности очистки отходящих газов выбрано: очистка дымовых газов в котельной. Это обусловлено следующими причинами [5].

Актуальностью исследований, направленных на улучшение эффективности очистки газозоодушного потока, снижение энергоемкости производства.

Объемами очищаемого воздуха и его свойствами.

Поскольку в экспериментальных исследованиях использовался роторный вихревой аппарат непрерывного действия, то провести их можно было только в условиях действующего производства. Как известно, на промышленных предприятиях эффективность работы очистного оборудования составляет от 50 до 80 %. Поэтому включение экспериментальной установки роторного вихревого аппарата в такую цепь не окажет существенного влияния на технологические параметры цепи и значительно повысит эффективность очистки газозоодушного потока.

Состав отходящих дымовых газов в процессе сжигания угля имел следующий состав: диоксид серы, диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, механические примеси (зола).

Процесс очистки газозоодушного потока в роторном вихревом аппарате не получил достаточного теоретического освещения, что еще раз подчеркивает необходимость исследований в этой области.

Исследование воздуха, удаляемого от котельной при сжигании каменного угля показало, что он содержит дымовые газы.

При замерах газообразных компонентов воздуха в качестве поглотителя использовалась вода. Запыленность потока определяли весовым методом с использованием фильтров АФА-ВП-10. Так как в процессе очистки использовались дымовые газы при сжигании каменного угля, то температура воздуха перед роторным вихревым аппаратом составляла 130 °С. Пары воды, содержащиеся в очищаемом воздухе, конденсировались, газообразные примеси растворялись в воде и вместе с водой отводились в бункер роторного вихревого аппарата.

Исследования проводились при работе роторного вихревого аппарата как по проточной схеме, так и по схеме с полной рециркуляцией воды. Максимальный расход жидкости (воды) рассчитывали из условий охлаждения очищаемого воздуха до температуры конденсации паров воды и запыленности отходящего воздушного потока. Удельный расход воды на очистку воздуха составлял не менее 0,3 л/мин.

На рис. 1 – 2 показаны схемы рассеивания концентраций вредных веществ до и после очистки в роторном вихревом аппарате, от куда можно наблюдать снижение концентраций загрязняющих веществ в воздушном потоке и эффективность работы газоочистного оборудования.

Повышение эффективности работы, производительности вихревого аппарата пыле-газоочистки и интенсификация процессов пылеулавливания и массопередачи достигаются при использовании прямоточного взаимодействия фаз в зоне контакта при сохранении противоточного движения фаз по аппарату в целом. сочетание прямоточного и вихревого движения очищаемого газа и жидкости в закрученном потоке позволяет интенсифицировать процесс массопередачи в 2 – 3 раза [6].

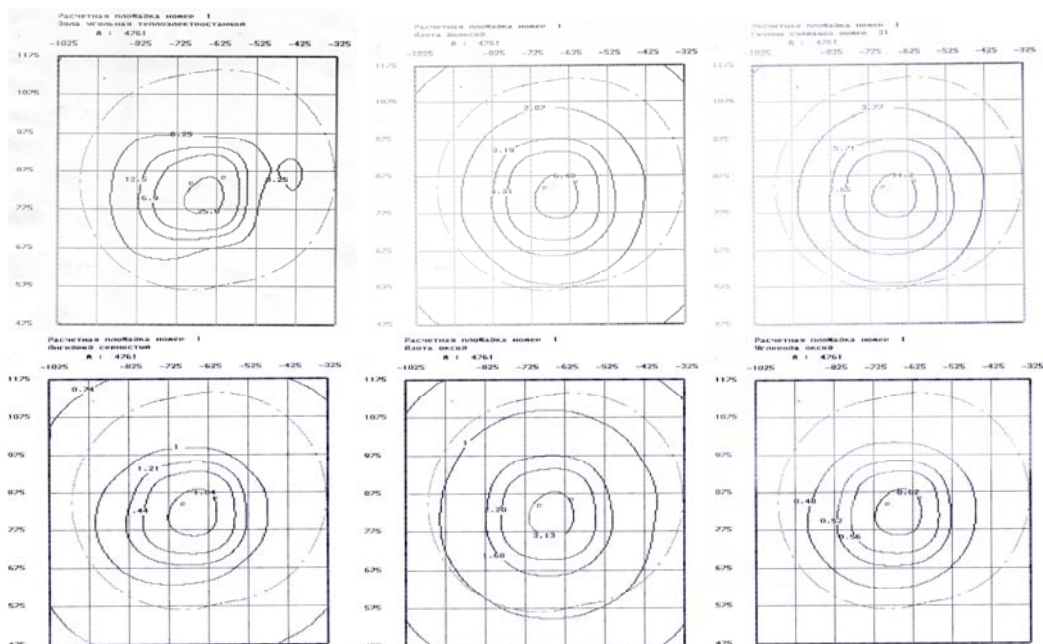


Рис. 1 – Схема рассеивания концентраций вредных веществ в приземном шаре атмосферы до очистки в роторном вихревом аппарате

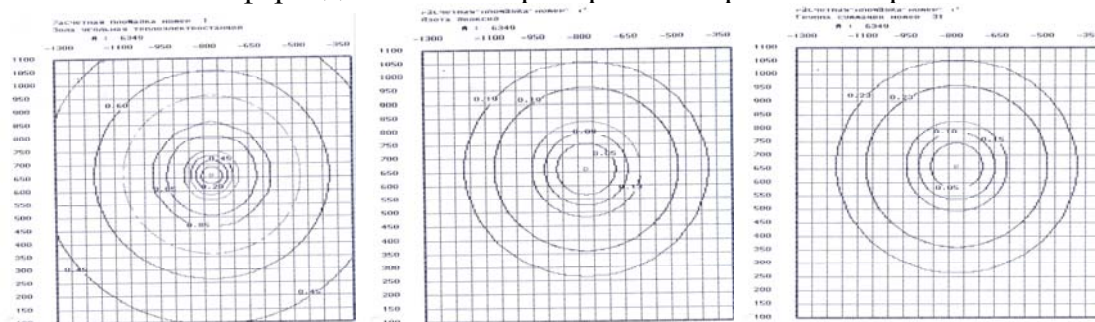


Рис. 2 – Схема рассеивания концентраций вредных веществ в приземном шаре атмосферы после очистки в роторном вихревом аппарате

Список литературы: 1. И.В. Питак, П.П. Хусточкин, В.Ф. Моисеев, В.П. Шапоров. Аппарат для проведения процессов абсорбции и газоочистки //Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків:НТУ «ХПІ» - 2005. -№9. – С.3-6. 2. І.В.Пітак, О.Г. Трошин, В.Ф. Моїсєєв, В.П. Шапоров. Можливості використання тороїдального контактного елемента в вугільній промисловості //Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ» - 2006. - №10. – С.137-142. 3. И.В. Питак, А.Г. Трошин, В.Ф. Моисеев, А.В. Сурков. Гидравлическая характеристика роторного массообменного аппарата //Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: «Хімія, хімічна технологія та екологія». – Харків: НТУ «ХПІ» - 2007. - №32. – С. 93-100. 4. Трошин А.Г., Питак И.В. О режимах движения жидкой фазы в роторном вихревом массообменном аппарате //Інтегровані технології та енергозбереження //Щоквартальний науково-практичний журнал. – Харків: Національний технічний університет «ХПІ», 2007. - №4. – С. 31-37. 5. И.В. Питак, А.Г. Трошин, В.Ф. Моисеев. Определение эффективности очистки газовоздушного потока в роторном массообменном аппарате // Східно-Європейський журнал передових технологій – Харків: Технологічний центр, 2007, № 5/4 (29) – с. 9–12. 6. Патент України на корисну модель. № 29985 від 11.02.2008, МПК В 01 D 3/00. Роторний масообмінний апарат / Пітак І.В., Трошин О.Г., Моїсєєв В.Ф., Шапоров В.П.

Поступила в редколлегию 11.06.2009